مجله علوم و صنایع غذایی ایران

سایت مجله: www.fsct.modares.ac.ir

مقاله علمی_پژوهشی

بررسی تاثیر جایگزینی شیرین کننده استویا و افزودن صمغ به دانه بر خواص رئولوژیکی ژله

الهه نصوحیان[۱] ، پردیس احمدیان [۱] ، محمد حجت الاسلامی[۲و۳*]

۱- دانشجوی دکترای تخصصی، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، چهارمحال و بختیاری، ایران.

۲- دانشیار، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی،چهارمحال و بختیاری، ایران.

۳- مرکز تحقیقات گیاهان دارویی ادویه ای و عطری، واحد شهرکرد، دانشگاه آزاد اسلامی، شهرکرد، ایران.

اطلاعات مقاله

تاریخ های مقاله :

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۶/۲۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۴

کلمات کلیدی:

استویا،

صمغ به دانه،

ترکیبات فراسودمند،

ژله رژیمی.

DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349

DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3

* مسئول مکاتبات:

mohojjat@gmail.com.

چکیده

کاربرد عوامل شیرین کننده و قوام دهنده جایگزین شکر در محصولات غذایی اگرچه در کاهش کالری موثر است ولی معمولا با تغییر بافت محصول همراه است. در این تحقیق کاهش شکر در فرمولاسیون پودر ژله با استفاده از استویا به عنوان یک ترکیب شیرین کننده قوی و صمغ به دانه بر ویژگیهای کیفی محصولبه منظور بررسی امکان جایگزینی استویا با شکر مورد بررسی قرارگرفت. درصدهای مختلف استویا(۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد شکر) همراه با صمغ به دانه تهیه شد و نمونه های ژله از نظر ویژگی های رئولوژیکی با استفاده از اندازه گیری آزمون روبش کرنش در فرکانس ثابت ۱ هرتز، روبش فرکانس در کـرنش ۰/۱ درصد و دامنه فرکانس ۰/۱ تا ۱۰ ، آزمون خزش و معادله توان مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از افزودن استویا و صمغ به دانه به نمونه پودر ژله نشان داد که افزایش درصد استویا باعث کاهش مدول ذخیره گردیده است در حالی که وجود شکر و به دانه در فرمولاسیون پودر ژله سبب افزایش مدول ذخیره ای شد. ویسکوزیته نیوتنی نمونه ها با افزایش میزان استویا افزایش در حالی که مدول وادادگی فوری و تاخیری با افزایش میزان استویا، کاهش یافتند. نتایج نشان داد که جایگزین نمودن قسمتی از شکر با استویا در پودر ژله می تواند علاوه بر کاهش میزان کالری آن می تواند سبب تغییرات عمده ای در ویژگی های رئولوژیکی پودر ژله و کاهش مدول الاستیک و افزایش مدول ویسکوز آن شده که با تنظیم مقدار جایگزینی شکر با استویا می توان از آن به عنوان جایگزین تجاری آن در صنعت استفاده نمود.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]

[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]

[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

۱- مقدمه

در سالهای اخیر مصرف محصولات فراسودمند با قند و کالری کمتر مورد توجه عموم قرار گرفته است[۱]. افزایش شیوع چاقی درکشورهای خاورمیانه از جمله ایران ناشی از تغییرات سریع در شیوه زندگی، بی تحرکی بیشتر، کاهش فعالیت بدنی وافزایش مصرف غذاهای غنی از چربی اشباع و قندها می باشد[۲]. یکی از مهم ترین روش ها برای کنترل دیابت، استفاده از رژیم غذایی کم کالری و بدون قند می باشد. شیرین کننده های غیرمغذی مانند استویا، انتخاب مناسبی برای بیماران دیابتی هستند تا دریافت قند آنها بیشتر از مقدار مجاز نشود[۳]. ساکارز از اجزاء اصلی فرمولاسیون فرآورده های شیرین است که علاوه بر ایجاد طعم، به عنوان عامل مهارکننده آب در تشکیل بافت محصولات از جمله ژله نقش دارد[٤].

ژله فرآورده نیمه جامد و شفافی است که طی فرآیند خاص با استفاده از شکر یا آب میوه یا دیگر مواد قندی مجاز، به عنوان ماده شیرین کننده و پکتین یا ژلاتین به عنوان عامل تشکیل ژل تهیه می شود و ممکن است ماده طعم دهنده و رنگی و هیدروکلوئیدها نیز به آن اضافه شود[۵]. ژله جزء محصولات با قوام نیمه جامد شناخته شده است و لذا نقش شکر به عنوان حجم دهنده و ایجادکننده بافت در این محصول با وجود عوامل ژل کننده به اندازه محصولات شیرین جامد نظیر کیک نیست، بنابراین دستیابی به بافت مناسب ژله با افزایش میزان شیرین کننده قوی استویا و کاهش میزان حجم دهنده، ممکن به نظر می رسد[٦و ۷]. هیدروکلوئیدها بصورت گسترده در مواد غذایی با هدف ایجاد ژل، اصلاح بافت و پایدارکنندگی کاربرد دارند . پلی ساکاریدها به دلیل ساختار خطی، بزرگ و انعطاف پذیر خود حتی در غلظت های کم نیز می توانند باعث افزایش ویسکوزیته گردند[۸]. هیدروکلوئیدها از جمله صمغ به دانه بصورت گسترده در مواد غذایی با هدف ایجاد ژل، اصلاح بافت و پایدارکنندگی کاربرد دارند . موسیلاژ به دانه ترکیبی ازسلولز و پل ی ساکار یدهای هیدرولیز شده است[۹]. صمغ به دانه شامل ترکیباتی مانند سلولز و آرابینوز است[۱۰و ۱۱]. امروزه استفاده از شیرین کننده استویا، که ترکیبی با منشا طبیعی است، در بسیاری از کشورها مورد استقبال جدی قرار گرفته است. این ترکیب کالری زا نمی باشد و میتواند جایگزین مناسبی برای شیرین کننده های مصنوعی مانند آسپارتام، ساخارین و سیکالمات باشد، بدون آنکه اثرات ناشی از سوء مصرف این شیرین کننده ها را به همراه داشته باشد [۱۳و ۱۲]. این شیرین کننده در تولید محصولات کم کالری که مناسب افراد دیابتی نیز می باشد مانند انواع مربا، نوشیدنی شیرمیوه ای و شیر شکلاتی، آبمیوه، نوشابه و بستنی استفاده می گردد [١٤-١٦]. استویا *Stevia rebaudiana* گیاهی علفی و حساس به سرما می باشد. چهار نوع گلوکوزید استویول اصلی در استویا شناسایی شده است که عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین شیرینی بیشتر از ساکارز، کالری کمترو ۲۰۰ تا ۳۰۰ برابر شیرین تر از ساکارز میباشند[۱۷و ۱۸]. فراوان ترین گونه های این گیاه عبارت است از: ردبایانا، پیلوسا، اواتور، پلامراو سالی سینوریا سراتا. گلیکوزیدهای دیترپنی ترکیباتی می باشند که به عنوان عامل اصلی ایجاد طعم بسیار شیرین در عصاره های گیاه استویا شناخته شده اند [۱۹].

Oakenfull و همکاران (۱۹۸٦) به بررسی تثبیت ژل های حاصل از ژلاتین به وسیله قندها و پلیول ها شامل ساکارز، گلوکز، فروکتوز، سوربیتول، گلیسرول و اتیلن گلیکول، در غلظت در محدوده ۰ - ۵۰۰ گرم برکیلوگرم پرداختند. نتایج حاصل از پژوهش این محققین نشان داد که به استثنای اتیلن گلیکول، اثرات سایر قندها و پلی اولها تقریبا یکسان بود به طوریکه با افزودن ٤۰۰ گرم به ازای هر کیلوگرم ژلاتین، مدول برشی و سرعت ژل شوندگی با یافزایش یافت و در حالی که مقدار این ویژگی ها برای اتلین گلیکول ناچیز بود[۲۰و ۲۱].

ژله یکی از انواع دسر و از میان وعده های مناسب است که در کشورهای مختلف انواع کم کالری آن مورد تحقیق قرار گرفته است. Francisca و همکاران (۲۰۱۰) از پلی الها در تهیه محصولات ژل شده قنادی کم کالری استفاده کردند. این پژوهشگران درصدهای مختلف ایزومالت (صفر، ۲۰، ۳۰، ۵۰، ۷۵ و ٪ ۱۰۰) همراه سوکرالوز مورد استفاده قرار داده و نمونه‌های ژله را از نظر بافت و خواص فیزیکی، شیمیایی، میکروبی و حسی- چشایی را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج نشان داد که جایگزینی کامل شکر با حداقل ۵۰٪ وزنی قند الکلی ایزومالت همراه با ۱۳/۰ درصد سوکرالوز موجب استحکام بافت شده و با کاهش ایزومالت از قدرت ژل کاسته گردید[۲۲].

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

Peng و همکاران (۲۰۰۷) دسرهای ژلاتینی تهیه شده از ساکارز و انواع مختلف ژلاتین، مانند ژلاتین خوک و پوست ماهی را از لحاظ بافت، مورد مقایسه قرار دادند و دریافتند دسرهای ساخته شده از مخلوط ژلاتین حاوی آگار مقاوم تر به تخریب ناشی از تغییر شکل بزرگ از ژلاتین ماهی تیلاپیا و ژلاتین گوشت خوک است(۲۳). همچنین Khouryieh و همکاران (۲۰۰۶) و Acosta و همکاران (۲۰۰۸) دسر های ژله ای تهیه شده از شیرین کننده های جایگزین، پکتین و انواع صمغ ها را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش های آنان نشان داد ترکیبی از صمغ زانتان و صمغ دانه خرنوب به طور قابل توجهی کاهش آب اندازی در مقایسه با هر یک از صمغ های استفاده شده به طور جداگانه می باشد. هم چنین یافته های این پژوهشگران نشان داد که ترکیبی از صمغ زانتان و صمغ دانه خرنوب موجب استحکام و انعطاف پذیری بالاتر نسبت به استفاده از صمغ زانتان یا صمغ دانه خرنوب به تنهایی می شود (۲۴ و۲۵).

۲-مواد و روش ها

۲-۱ - مواد

مواد اولیه این پژوهش شامل شکر ازکارخانه قند قزوین، استویا به فرم ربادیوزید A با خلوص۹۹ درصد از کمپانیAstra کشور چین، ژلاتین از شرکت حلال توس مشهد، آب و اتانول ۹۶٪ از شرکت کیمیا الکل زنجان تهیه شد.

۲-۲- روش ها

۲-۲-۱- استخراج آبی موسیلاژ دانه به

استخراج موسیلاژ ۵۰ گرم دانه به، با استفاده از آب دوبار تقطیر به نسبت ۲۰:۱ در دمای ۲۵ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۶۰ دقیقه انجام شد. قبل از افزودن دانه ها، آب تا دمای ۶۰ درجه سانتیگراد گرم شد و سپس طی مدت استخراج، مخلوط آب و دانه با استفاده از همزن (شیمی فن، ایران) با سرعت 700 دور در دقیقه مخلوط گردید. سپس دانه ها به کمک قیف بوخنر متصل به پمپ خلا از محلول هیدروکلوئیدی جدا شدند و با افزودن اتانل ۹۶ درصد (۳ برابر حجم) موسیلاژ رسوب کرد در ادامه موسیلاژ حاصل در آون با دمای۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک گردید[۲۶].

اندازه گیری راندمان استخراج ، بر اساس وزن اولیه دانه محاسبه گردید. موسیلاژ تهیه شده در شرایط بهینه به عنوان نمونه کنترل در نظر گرفته شد[۲۷].

۲-۲-۲-آماده سازی ژله

فرمولاسیون پایه ژله با استفاده از ترکیبات ژلاتین خوراکی (۹ گرم)، صمغ به دانه (۰/۱گرم) به ازای ۱۰۰ گرم شکر ساکارز تنظیم گردید.

نسبت های مختلف۰، ۲۵ ،۵۰، ۷۵و۱۰۰ بر اساس درصد وزنی-وزنی استویا جایگزین ساکارز شده (جدول ۱) و برای رسیدن به شیرینی برابر با ساکارز گردید. شیرینی استویا ۳۰۰ برابر ساکارز در نظر گرفته شد.

برای تهیه نمونه ها، میزان پودر ژلاتین، شکرو صمغ به دانه طبق جدول ۱ با هم مخلوط شدند. سپس ۸۰ سی سی آب جوش به این مخلوط اضافه گردید. به منظور بسته شدن محلول به دست آمده، به داخل یخچال منتقل گردید. نمونه تهیه شده تا انجام آزمایشات در این دما نگهداری شد.

Table 1 The Percentage composition of Ingredients used to make jelly powder(gr)

INGREDIENTS	CONTROL	TREATMENT 1	TREATMENT 2	TREATMENT 3	TREATMENT 4
Water	80	80	80	80	80
Gelatin	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Quince seed gum	0	0.1	0.1	0.1	0
Suger	20	13.33	6.68	0	0
Stevia	0	0.022	0.044	0.066	0.066
Sugar replacement(%)	0	25	50	75	100

۲-۲-۳-اندازه گیری ویژگیهای رئولوژیکی

به منظور بررسی رفتار رئولوژیکی ژله های تهیه شده از رئومتر چرخشی MCR300,Physica ساخت شرکت Anton paar کشوراتریش جهت اندازه گیری روبش کرنش در فرکانس ثابت ۱

هرتز، روبش فرکانس به منظور تعیین ناحیه ویسکوالاستیک خطی در کرنش ۰/۱ درصد و دامنه فرکانس ۰/۱ تا ۱۰ با استفاده از اسپیندل PP25 و فضای خالی[1] ۰/۲ میلی متر انجام شد. همچنین به منظور بررسی و مقایسه رفتارهای ویسکوز و الاستیک نمونه های تولیدی از تست خزش استفاده شد [۲۹و ۳۰].

وابستگی مدول الاستیک(معادله شماره ۱) و مدول ویسکوز(معادله شماره ۲) با فرکانس زاویه ای با معادله توان بررسی شد

معادله شماره ۱ :

$$G' = K' \times \omega^{n'}$$

معادله شماره ۲ :

$$G'' = K'' \times \omega^{n''}$$

که در این معادله G' مدول ذخیره (Pa)، G" مدول اتلاف (Pa)، ω فرکانس زاویه‌ای (rad/s)، K'، K"، n' و n" مقادیر ثابت هستند.

به منظور انجام تست خزش از رئومتر MCR300 استفاده شد. داده های خزش با استفاده از مدل کلوین طبق معادله ۳ برازش داده شدند. مدل کلوین در صنایع غذایی برای ارائه اطلاعات در مورد ساختار داخلی محصول به دلیل سادگی آن و ارائه نتایج قابل قبول به کارمی رود. بنابراین، در این تحقیق در تحلیل خزش سیستم ژلاتین استفاده شد

معادله شماره ۳ :

$$(t) = j_o + j_r\left[\left[1 - exp\left[-\frac{t}{\lambda ret}\right]\right] + \frac{t}{\mu_N}\right.$$

که J_o ، مدول وادادگی فوری[2]؛ J_r ، مدول وادادگی تاخیری[3]؛ λ_{ret}، زمان تاخیر[4] و μ_N، ویسکوزیته نیوتنی[5] است.

۲-۲-٤- تحلیل آماری

آنالیزآماری داده‌های رئولوژیکی وتعیین ضرایب با نرم‌افزار Rheouplus انجام و نمودارها با نرم افزار Microsoft Office Excel 2013 ترسیم شد. داده‌های مربوط به تست وادادگی خزش با استفاده از نرم افزار Matlab2016 با مدل برگر[6] مطابقت داده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- آزمون روبش کرنش

اندازه نسبی مدول ذخیره[7] (G') و مدول اتلاف[8] (G") در های مختلف پودر ژله در فرکانس ۱ هرتز در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. در این شکل تاثیر میزان شکر، استویا و صمغ به دانه بر مدول ذخیره و اتلاف مشاهده می شود.

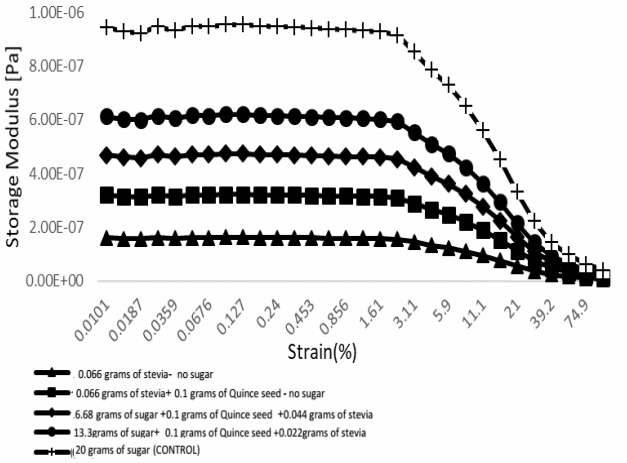

Fig 1 Storage modulus of jelly powder samples as a function of strain at 25˚C and at a constant frequency of 1 Hz.

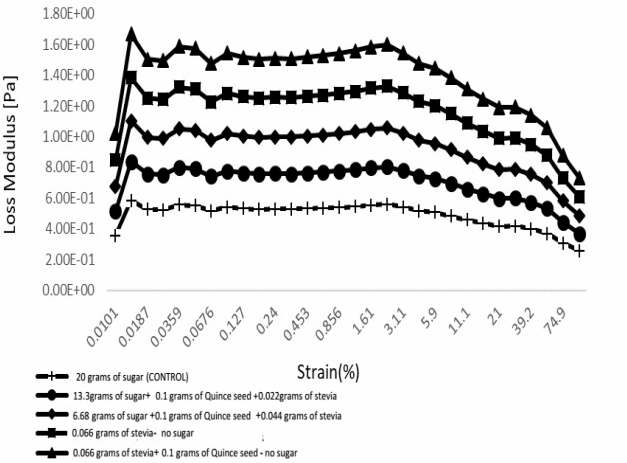

Fig 2 Loss modulus of jelly powder samples as a function of strain at 25˚C and at a constant frequency of 1 Hz.

1.Gap
2. Instantaneous creep compliance
3. Retarded elastic compliance
4. Retardation time
5. Newtonian viscosity

6. Burger model
7. Elastic modulus
8. Viscous modulus

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

نتایج نشان داد با افزایش میزان استویا مدول ذخیره کاهش یافته است به طوری که نمونه شاهد فاقد استویا دارای بالاترین میزان مدول ذخیره ای و نمونه فاقد شکر، دارای استویا و فاقد صمغ به دانه دارای کمترین میزان مدول ذخیره ای بود.

محدوده ویسکوالاستیک خطی نشان دهنده قوی یا ضعیف بودن ژل است که هر مقدار بیشتر باشد ژل دارای ساختار قوی تری است. اگر مولفه الاستیک بزرگتر از مولفه ویسکوز باشد نشان دهنده ساختار ژل مانند و اگر مولفه ویسکوز بزرگتر باشد ماده در این ناحیه خصوصیات مایع را نشان می دهد در مجموع تمامی نمونه ها رفتاری ویسکوز نشان می‌دهند چرا که مدول افت در تمامی نمونه ها از مدول ذخیره ای بزرگتر است و با افزایش میزان استرین هر دو مدول افت و ذخیره ای کاهش می یابند.

تست روبش دامنه داده های مربوط به رفتار ویسکوالاستیک خطی مواد را از طریق تعیین مدول‌های ذخیره و اتلاف فراهم کرد. دامنه استرین به کاربرده شده برای اندازه‌گیری‌های ناحیه ویسکوالاستیک خطی[1] محدود شد تا رژیم پاسخ خطی حاصل شود[۳۲و ۳۳]. ناحیه ویسکوالاستیک خطی از استرین ۰/۰۱ تا ۱ درصد در نظر گرفته شد، جایی که مدولها مستقل از استرین می باشد. استرین بحرانی[2] در دامنه حدود ۱ درصد مشاهده شد.

۳-۲- آزمون روبش فرکانس

مدول‌های ذخیره و اتلاف نمونه‌های پودر ژله بصورت تابعی از فرکانس در استرین ثابت ۱ درصد و دمای ٤°C در شکلهای ۳ و٤ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که تا استرین حدود ۳ درصد واکنش نمونه ها مستقل از دامنه تغییر شکل است و ساختار نمونه‌ها حفظ شده است در حالی که در غلظت‌های بالاتر از این مقدار با افزایش فرکانس مقادیر مربوط به مدولها تا حدودی کاهش یافته و در مجموع مدول افت دارای مقادیر بالاتری نسبت به مدول ذخیره است.

1. Linear viscoelastic region
2. Critical strain

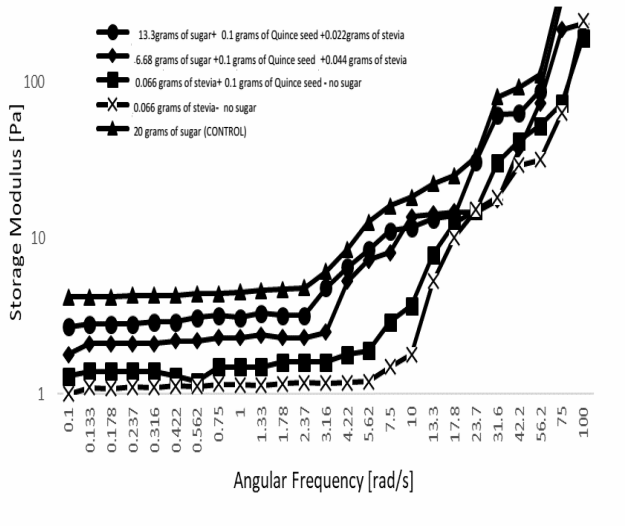

Fig 3 Storage modulus of jelly powder samples as a function of frequency at 25˚C and 1% constant strain

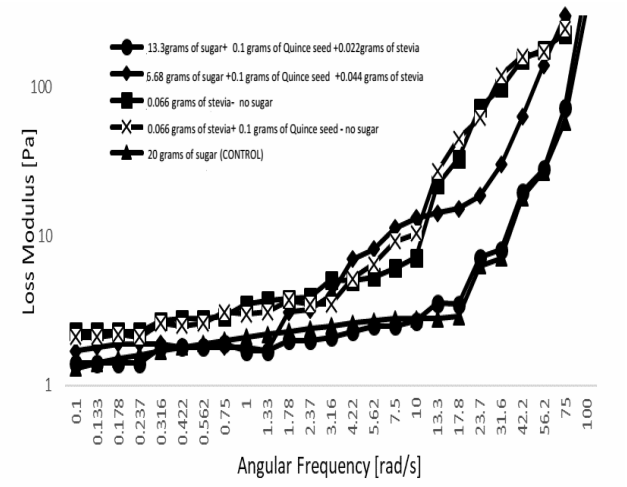

Fig 4 Loss modulus of jelly powder samples as a function of frequency at 25˚C and 1% constant strain

۳-۳- تانژانت افت

شکل ۵، tanθ را به عنوان تابعی از فرکانس درنمونه های مختلف پودر ژله نشان می‌دهد. نسبت G'' به G' را فاکتور افت[3] می‌نامند که با tan θ نمایش می‌دهند. به عبارت دیگر مدول ذخیره‌ای بیانگر خواص الاستیک، مدول اتلافی بیانگر خواص ویسکوز و تانژانت تتا بیانگر معیاری از نسبت رفتار است به این

3. Loss factor

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

منظور که ارقامی با میزان $\tan\theta$ کمتر از ٤٥ درجه دارای خواص الاستیک و نمونه‌های دارای $\tan\theta$ بیشتر از ٤٥ درجه بیشتر خواص ویسکوز را نمایش می‌دهند.

مدول الاستیک نه تنها نشان دهنده توانایی بازیابی تغییر شکل الاستیک است بلکه نشان دهنده مقدار انرژی پتانسیل الاستیک می باشد. فاکتور افت یا تانژانت افت(G''/G') فاکتوری است که نسبت میان مقدار انرژی از دست رفته طی دوره آزمایش را به میزان انرژی ذخیره شده در همان دوره آزمایش نشان می دهد.

مطابق با شکل میزان تانژانت افت در نمونه های حاوی شکر برابر و یا کمتر از ۱ بوده است که با توجه به این مسئله که فاکتور افت در مورد ژل های حقیقی حدود ۰/۰۱ می باشد بنابراین می توان تیمارهای حاوی شکر مورد بررسی در این پژوهش را در دسته شبه ژل طبقه بندی کرد. مطابق با شکل زیر بیشترین میزان فاکتور افت مربوط به تیمارهای فاقد شکر می باشد که در این گونه تیمارها مدول ویسکوز بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشته اند.

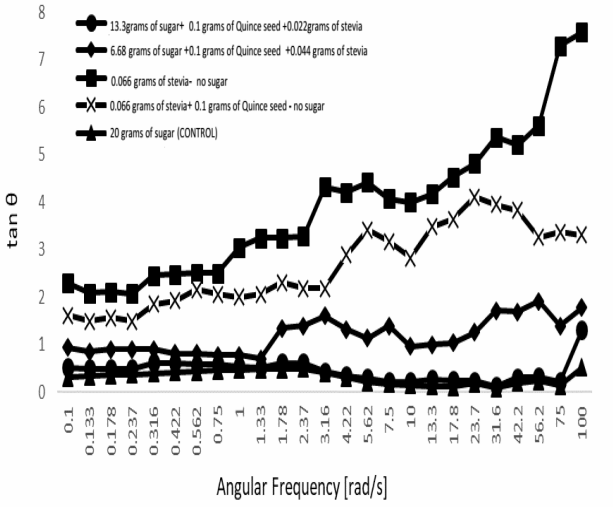

Fig 5 tanθ jelly powder samples as a function of frequency at 25˚C

۳-٤-مدل توان

هر دو مدول الاستیک و افت را می توان به عنوان تابعی از فرکانس در نظر گرفت. وابستگی مدولها با فرکانس را می توان با استفاده از قانون توان ۱توجیه نمود. در مواد غذایی که دارای بافت مستحکم در فرکانسهای پایین ممکن است G'' از فرکانس تبعیت نکند رابطه قانون توان تنها در فرکانسهای بالا صادق باشد. برای یک ژل حقیقی مقدار n' برابر صفر است، در حالی که برای یک ژل فیزیکی مقدار n' بالاتر از صفر می‌باشد. مقدار n' کمتر نشان دهنده ژل‌های الاستیک است در حالی که مقادیر نزدیک به ۱ برای این پارامتر مربوط به سیستم‌های دارای رفتار ویسکوز می‌باشد. براساس نتایج جدول 2 پارامتر n' در کلیه نمونه‌های ژل نشاسته کمتر از n'' بوده و با افزایش میزان استویا، هر دو پارامتر کاهش یافتند. کمترین مقدار پارامتر n' مربوط به نمونه‌ی ژل شاهد بود که نشان داد این ژل خصوصیاتی نزدیک به یک ژل حقیقی را داشته و دارای کمترین وابستگی به فرکانس است. مقادیر n' بزرگتر از ۱ بدست آمده برای همه نمونه‌ها نشان داد که تمام نمونه‌ها در رفتار ویسکوز را دارند[٣٤].

مطابق جدول ۲، مقادیر K'' نشان دهنده این موضوع است که خاصیت ویسکوز نمونه ها تابعیت بیشتری از فرکانس نسبت به قابلیت الاستیک نمونه ها دارد پس نشانه تابعیت است. بالا بودن اندیس n مدول الاستیک نشانگر تغییرات شدیدتر ساختار رفتار نمونه ها نسبت به فرکانس است که این امر با توجه به شکل ۲ کاملا مشهود است که در فرکانس های زاویه ای بالاتر، رشد منحنی G'' شدیدتر از رشد منحنی G' است[٣٥].

1. power law

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

Table 2 Changes in storage modulus (G ') loss modulus (G ") versus angular frequency changes for jelly samples based on sugar replacement percentage with Stevia

Sample based on sucrose replacement percentage	k´(Pa)	n´	R^2	k˝(Pa)	n˝	R^2
Control	0.0282	1.1006	0.9722	0.1129	0.9988	0.9988
25% Sucrose	0.0725	1.3381	0.8969	0.1104	1.068	0.9969
50% Sucrose	0.0358	1.4135	0.8786	0.1160	1.0969	0.9985
75% Sucrose	0.0295	1.7742	0.9944	0.1885	1.0236	0.9959
100% Sucrose	0.0434	1.9476	0.8909	0.1293	1.1707	0.9943

۳-۵-خزش

اگرچه مدل کلوین رفتار الاستیک تاخیری را به خوبی نشان می دهد ولی برای توصیف رفتار خزش بسیاری از مواد بیولوژیکی کافی نیست با ترکیب مدل کلوین با مدل ماکسول به صورت سری مدل چهارم عنصری برگر به دست می آید که رفتارخزش را بهتر توصیف می‌کند این مدل به علت داشتن یک فنر مستقل می تواند رفتار الاستیک فوری اولیه را در طی آزمون خزش نشان دهد همچنین این مدل به علت دارا بودن یک دشپات مستقل قادر است رفتار نیوتونی بعد از مدت زمان طولانی را نمایش دهد.

نتایج مطابق با جدول ۳ و شکل ٦ نشان می دهد که کمترین میزان مدول وادادگی فوری و تاخیری مربوط به نمونه شاهد می باشد که این مسئله با نتایج بدست آمده از آزمون تست روبش فرکانس تطابق دارد زیرا در تست یاد شده نیز بیشترین میزان مدول ذخیره ای مربوط به نمونه های شاهد بود. هم چنین نتایج λ_{ret} نشان می دهد که نمونه هایی که در آنها ساکارز با درصد بالایی از استویا جایگزین شده اند (۷۵و۱۰۰ درصد) بیشترین مدت زمان لازم برای رسیدن به کرنش اولیه و بیشترین ویسکوزیته نیوتنی را دارا خواهند بودکه این مسئله با توجه به بیشتر بود مدول ویسکوز آنها در آزمون روبش فرکانس منطقی به نظر می رسد.

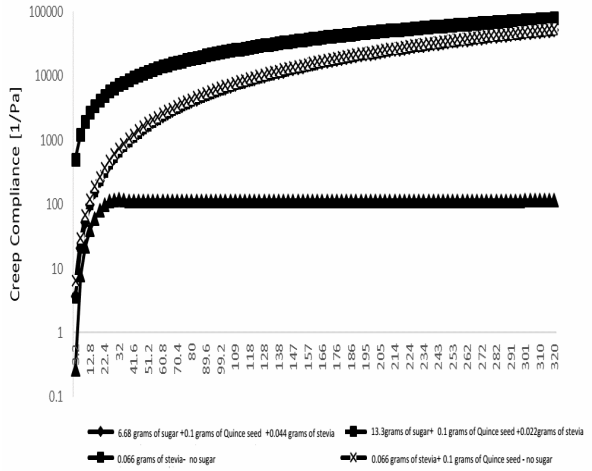

Fig 6 Comparison of burger model with laboratory data obtained from creep test for control and different samples of jelly

در کل چنین می توان نتیجه گرفت که افزودن استویا سبب کاهش استحکام ژل تولیدی شده و سبب غلبه رفتار ویسکوز بر الاستیک خواهد شد و ساکارز و صمغ به دانه سبب افزایش استحکام و غلبه رفتار الاستیک بر ویسکوز شده اند.

Table 3 Berger Model Factors for Jelly Samples Based on Sugar Replacement Percentage Stevia

Sample	J_o	J_r	λ_{ret}	μ_N	R^2	RMSE
Control	0.74	0.59	0.013	381.7	0.99	0.02
25% Sucrose	0.66	0.33	0.014	211.3	0.98	0.1
50% Sucrose	0.59	0.32	0.014	281.9	0.96	0.12
75% Sucrose	0.41	0.31	0.015	414.3	0.96	0.07
100% Sucrose	0.37	0.20	0.200	415.2	0.97	0.13

٤- نتیجه گیری

نتایج حاصل از اضافه کردن استویا و صمغ به دانه به نمونه پودر ژله نشان داد که افزایش درصد استویا باعث کاهش مدول ذخیره گردیده است به طوریکه نمونه شاهد دارای بالاترین مدول ذخیره و بالاترین رفتار الاستیک و نمونه های فاقد شکر دارای بیشترین

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

رفتار ویسکوز بودند هم چنین افزودن صمغ به دانه نیز سبب افزایش رفتار الاستیک شد اما مقدار افزایش رفتار آن نسبت به شکر کمتر بود. ویسکوزیته نیوتنی با افزایش میزان استویا افزایش در حالی که مدول وادادگی فوری و تاخیری با افزایش میزان استویا، کاهش یافتند. بطور کلی می توان گفت، پودر ژله حاوی استویا می تواند به عنوان یک ماده غذایی کم کالری به نحوی که تنها بخشی از شکر با استویا جایگزین شود، دارای ویژگی های رئولوژیکی مشابه با نمونه شاهد در رژیم غذایی افراد معرفی شود.

۵-منابع

[1] Carbonell-Capella, J. M., Barba, F. J., Esteve M. J., Frígola, A, 2013, High pressure processing of fruit juice mixture sweetened with Stevia rebaudiana Bertoni , Optimal retention of physical and nutritional quality, Innovative Food Science and Emerging Technologies, 18, 48–56.

[2] Farrokhzad, H. Bagheri, A. Hamidi, A, 2004, Obesity and accompanying risky cardiovascular factors in Iranian children, Iran diabetes and lipid Journal, 2, 175-183.

[3] Badawi, A. M., El-Tablawy, N. A., Bassily, N. S., El-Behairy, S. A, 2005, Stevioside as A low caloric sweetener to milky drink and its protective role against oxidative stress in diabetic rats. Egyptian Journal of Hospital Medicine, 20, 163-176.

[4] Holm, K., Wendin, K., Hermansson, A. M, 2009, Sweetness and texture perceptions in structured gelatin gels with embedded sugar rich domains, Journal of Food Hydrocolloids, 23 (8), 2388-2393.

[5] Gatee, F. R., Ahmadi, Z. A., Ayaseh, A., Ghasemzadeh, H., Mohammadi, S, 2007, Production of lowcalorie apple juice jelly using sunflower pectin, Journal of Agricultural Science, 17, 109-118.

[6] Iran Industrial Research and Standards Organization, 2009, Jelly products – Properties and test methods, National Iranian standards, (2682), 2nd Review.

[7] Iran Industrial Research and Standards Organization, 2007, Food additives – Permissible sweeteners – List and general specifications, National Iranian standards, (1302), 1st Edition.

[8] Vardhanabhuti, B., Ikeda, S, 2006, Isolation and characterization of hydrocolloids, monoi (Cissampelospareira) leaves, Food Hydrocolloids, 20, 885-891.

[9] Trease, G.E., Evanse W. C., Pharmacognosy, 2002, 15th ed. London: W.B. Saounders Company Ltd, 328-329.

[10] Tamri, P., Hemmati, A., Ghafourian Boroujerdnia, M, 2014, Wound healing properties of quince seed mucilage: In vivo evaluation in rabbit full-thickness wound model. International Journal of Surgery, 12, 843-847.

[11] Shinomiya, F., Hamauzu, Y., Kawahara, T, 2009, Anti-allergic effect of a hot-waterextract of quince (Cydonia oblonga), Bioscience, Biotechnology and Biochemistry, 78, 1773-1778.

[12] Cardello, H. M. A. B., Dasilva, M. A. P. A., Damasio, M. H, 1999, Measurement of the relative sweetness of stevia extract, aspartame and cyclamate/saccharin blend as compared to sucrose at different concentrations, Plant Foods for Human Nutrition, 54, 119-130.

[13] Clos, J. F., Dubots, G. E., Prakash, I, 2008, Photostability of rebaudioside A and stevioside in bevereges, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 56, 8507-8513.

[14] Alizadeh, M., AziziLalabadi, M., Kheirouri, S, 2014, Impact of using stevia on physicochemical, sensory, rheology and glycemic index of soft ice cream, Food and Nutrition Sciences, 5, 390-396.

[15] Homayouni Rad, A., Delshadian, Z., Arefhosseini, S. R., Alipour, B. AsghariJafarabadi, M, 2012, Effect of inulin and stevia on some physical properties of chocolate milk, Health Promotion Perspectives, 2(1), 42-47.

[16] Yousefi Asli, M., Goli, S., Kadivar, M, 2012, Optimizing the production of low-calorie jam "quince" Using artificial sweetener stevia, Journal of Food Science Researches, 22(2), 155-

[17] Mogra, R., Dashora, V, 2009, Exploring the use of stevia rebaudiana as a sweetener in comparison with other Sweeteners, Journal on human ecology, 25, 117-120.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

,2010, optimization of mucilage extraction from QodumeShirazi seed (Alyssum Homolocarpum) using response surface methodology, Journal of Food Process Engineering, 33, 861-882.

[28] Farahnaky, A., Azizi, R., Majzoobi, M., Mesbahi, G. h., Maftoonazad, N, 2013, Using power ultrasound for cold gelation of kappa-carrageenan in presence of sodium ions Innovative, Food Science and Emerging Technologies, 20, 173-181.

[29] Caggioni, M, 2007, Rheology and microrheology of a microstructuredfluid: The gellan gum case, J Soc Rheol, 5, 851–865.

[30] Mezger, T. G, 2006, The rheology handbook for users of rotational and oscillatory rheometers, 2nd ed, Hannover Vincentz Network.

[31] Madeleine, D. Jacques, L. Pierre, P, 1988, Gelation of aqueous gelatin solutions rheology of the sol-gel transition, Journal de Physique, 49 (2), 333-343.

[32] Mezeger, T, 2006, The Rheology Handbook, for users of rotational and oscillatory rheometers, 2nd edition, Vincentz: Hannover, 125-130.

[33] Barbosa, L. M., Canovas, G. V, ۱۹۹۵, Rheological characterization of mayonnaise, Part II: Flow and viscoelastic properties at different oil and xanthan gum concentrations, Food Engineering, 24, 409-425.

[34] Doublier, J. L., Cuvelier, G, 1996, Gums and hydrocolloids: functional aspect, In Carbohydrates in Food with New York Marcel Dekker, A.C. Eliasson, Editor. Inc, 283–318.

[35] Choi, Y. H., Lim, S.T., Yoo, B, 2002, Dynamic rheological properties of gelatin, Korean, Journal of Food Science and Technology, 34, 830–834.

[18] Jaroslov, P., Brabora, H. Tuulia, H, 2007, Characterisation of steviol rebaudiana by choprehensive Tow dimensional liquid chromatography Time of Flight mass spectrometry.

[19] Hamzehloei, M. Mirzaei, H. Ghorbani, M, 2004, Analysis of the effect of substituting sugar with stevia sweeteners on lipid peroxide index of biscuits, Science, Agriculture, and Natural Resources Journal, 16 (1).

[20] Gekko, K. Li. X.,Makino, S, 1992, Effects of polyols and sugars on the sol-gel transition of gelatin. Bioscience Biotechnology and Biochemistry, 56, 1280–1284.

[21] Oakenfull, D. Scott, A, 1986, Stabilization of gelatin gels by sugars and polyols, Food Hydrocolloids, 1, 163– 175.

[22] Francisca, L. S., Kristensen, M., Mikkelsen, C. B., Sandau, N, 2010, Sweet confectionery products. U.S. patent, 12, 447- 586.

[23] Peng, Z., Regenstein, J. M, 2007, Comparison of water gel desserts from fish skin and pork gelatin using instrumental measurements, Journal of Food Science, 72 (4), 197-201.

[24] Khouryieh, H. A., Aramouni, F., Herald, T. J, 2005, Physical- chemical and sensory properties of sugar-free jelly, Journal of Food Quality, 28(2), 179-190.

[25] Acosta, O., Viquez, F., Cubero, E, 2006, Ingredient levels optimization and nutritional evaluation of a low□calorie blackberry (Rubus irasuensis Liebm.) jelly, Journal of Food Science, 71, 390-395.

[26] Singthong, J., Ningsanond, S., Cui, S. W, 2009, Extraction and physicochemical characterisation of polysaccharide gum from Yanang (Tiliacora triandra) leaves, Food Chemistry, 114, 1301-1307.

[27] Koocheki, A., Mortazavi, S. A., Shahidi, F., Razavi, S. M. A., Kadkhodaee, R., Milani, J

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]

Journal of Food Science and Technology (Iran)

Homepage:www.fsct.modares.ir

Scientific Research

Investigation Of The Effect Of Stevia Sweetenter And Adding Quince Seed Gum On The Rheological Properties Of Jelly

Nosouhian, E. [1], Ahmadian, P. [1], Hojatoleslami, M.[2*]

1. PhD Student, Food Science and Technology Group, Islamic Azad University / Shahrekord Branch; Chahar Mahal & Bakhtiari, Iran.
2. Assoc. Professor, Food Science and Technology Group, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.
3. Spicy and Aromatic Plants Research Center, Shahrekord Branch, Islamic Azad University, Shahrekord, Iran.

ABSTRACT

Although application of sweeteners and thickeners substituting sugar in food products is effective in reducing the calorie intake, but it is usually accompanied by changing the product texture. Reducing sugar in the formulation of jelly powder using stevia as a strong sweetener composition and quince seed gum with respect to the qualitative properties of the product was analyzed in this study to investigate the possibility of substituting stevia with sugar. Different percentages of stevia (with 0, 25, 50, 75, and 100% sugar) were prepared along with quince seed gum, and the jelly samples were evaluated with regards to the rheological properties by using the strain sweep test measurement at constant frequency of 1 Hz, frequency sweep at the strain of 0.1% and frequency range of 0.1 to 10, as well as the creep test and the power-low equation. The results obtained from adding stevia and quince seed gum to the jelly powder sample showed that increasing the rate of stevia reduced the storage module, while the existence of sugar and quince seed in the jelly powder formula increased the storage module. The Newton viscosity of the samples increased by increasing the rate of stevia, while the immediate and delayed disintegration modulus decreased by increasing the rate of stevia. The results indicated that in addition to reducing the rate of calorie intake, substituting a part of sugar with stevia in the jelly powder can cause main changes in the rheological features of the jelly powder, reduce the elasticity module and increase the viscosity module, and by adjusting the rate of sugar substitution with stevia, it can be used as a commercial replacement in the industry.

ARTICLE INFO

Article History:

Received 2019/ 09/ 19
Accepted 2022/ 04/ 24

Keywords:

Stevia,
Quince Seed Gum,
Functional Compositions,
Diet Jelly.

DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349
DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3

*Corresponding Author E-Mail:
mohojjat@gmail.com.

[Downloaded from fsct.modares.ac.ir on 2024-05-16]
[DOR: 20.1001.1.20088787.1401.19.133.28.3]
[DOI: 10.22034/FSCT.19.133.349]